

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2004-040775**

(43)Date of publication of application : **05.02.2004**

(51)Int.Cl.

H04Q 7/34
G01S 5/08
H04B 7/26

(21)Application number : **2003-126710**

(71)Applicant : **MICROSOFT CORP**

(22)Date of filing : **01.05.2003**

(72)Inventor : **MOORE TIMOTHY M
POLASTRE JOSEPH
BARKLEY WARREN
BAHL PARAMVIR**

(30)Priority

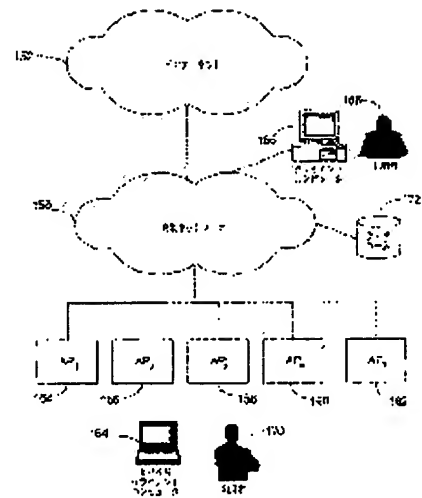
Priority number : **2002 137912** Priority date : **02.05.2002** Priority country : **US**

(54) METHOD AND SYSTEM FOR POSITIONING MOBILE COMPUTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and a system for positioning a mobile computer to set up a radio communication session with a radio access point of a computer network.

SOLUTION: The strength of a radio signal passing between the mobile computer and each of a plurality of radio access points of a network including an access point with which the mobile computer sets up the session is measured at a plurality of time intervals. Next, the measured strength value is weighted with factors such as whether or not the mobile computer sets up the communication session with the access point whose sample is obtained and how much time the sample passes. With respect to respective positions, the strength values obtained to the access points at the positions and weighted are totalized. A position having the highest total is regarded as a position of the mobile computer.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-40775

(P2004-40775A)

(43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H04Q 7/34	H04B 7/26 106A	5J062
G01S 5/08	G01S 5/08	5K067
H04B 7/26	H04B 7/26 106B	
	H04B 7/26 K	

審査請求 未請求 請求項の数 33 O L 外国語出願 (全 51 頁)

(21) 出願番号	特願2003-126710 (P2003-126710)	(71) 出願人	391055933
(22) 出願日	平成15年5月1日(2003.5.1)		マイクロソフト コーポレーション
(31) 優先権主張番号	10/137,912		MICROSOFT CORPORATI ON
(32) 優先日	平成14年5月2日(2002.5.2)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9805 2-6399 レッドモンド ワン マイ クロソフト ウェイ (番地なし)
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100077481
			弁理士 谷 義一
		(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫
		(72) 発明者	ティモシー エム. ムーア
			アメリカ合衆国 98008 ワシントン 州 ベルビュー 167 アベニュー サ ウスイースト 1223

最終頁に続く

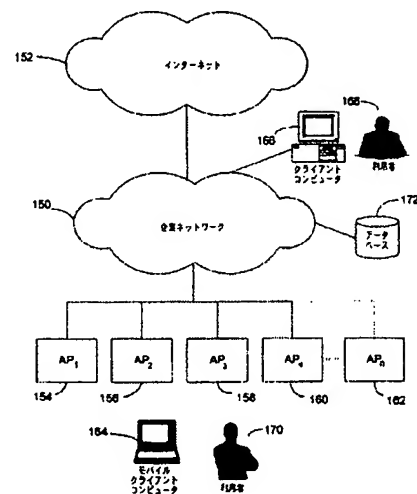
(54) 【発明の名称】 モバイルコンピュータの位置決定のための方法およびシステム

(57) 【要約】

【課題】コンピュータネットワークの無線アクセスポイントとの無線通信セッションを確立するモバイルコンピュータの位置決定のための方法、およびシステムを提供すること。

【解決手段】モバイルコンピュータと、モバイルコンピュータがセッションを確立しているアクセスポイントを含むネットワークの複数の無線アクセスポイントとの間を通過する無線信号の強度を、複数の時間間隔で測定する。ついで、その測定された強度値を、モバイルコンピュータはすでにサンプルが得られたアクセスポイントと通信セッションを確立したかどうか、およびサンプルがどれだけ時間が経過しているか、という要素によって、重みを付ける。各位置に対して、その位置でアクセスポイントに対して得られ重みを付けられた強度値を合計する。最も高い合計を持つ位置を、モバイルコンピュータの位置であるとする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

クライアントコンピュータの位置を決定するための方法であって、前記クライアントコンピュータはコンピュータネットワークの無線アクセスポイントとの既存の無線通信セッションを有する方法において、

前記クライアントコンピュータが既存の無線通信セッションを確立している前記無線アクセスポイントを含む、前記コンピュータネットワークの複数の無線アクセスポイントから受信した信号の強度を測定するステップであって、各無線アクセスポイントは、複数の位置のうち1つに位置し、前記複数の位置の各々は、前記複数の無線アクセスポイントのうちの1つ、または2つ以上を有するステップと、

10

前記複数の無線アクセスポイントの各々から複数の信号強度値を得るために前記測定ステップを繰り返すステップと、

前記複数の無線アクセスポイントの各々に対する複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、閾値との差を計算するステップと、

前記複数の位置の各々に対する前記変更された信号強度値を合計して複数の合計値を得るステップであって、前記複数の合計値の各々は、前記複数の位置の1つに対応するステップと、

前記複数の合計値のうちどれが最も高いか決定するステップと、

前記合計値が最も高いものであると決定される位置の近くに設けられた前記クライアントコンピュータを示すステップと、を備えることを特徴とする方法。

20

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法を実行するためのコンピュータ実行可能命令が格納されていることを特徴とするコンピュータ可読媒体。

【請求項 3】

前記クライアントコンピュータが前記既存の無線通信セッションを確立している前記無線アクセスポイントを持つ位置の合計値に重みを付けるステップをさらに備え、前記決定ステップは、前記重み付けステップの後に実行されることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記合計ステップの実行に先立って、前記信号強度値が測定されてからの経過した時間に反比例する因子により各信号強度値に重みを付けるステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

30

【請求項 5】

前記合計ステップの実行に先立って、前記信号強度値が測定されてからの経過した時間が長ければ長いほど、前記信号強度値が受ける重みが小さくなるように、各信号強度値に重みを付けるステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記計算ステップは、前記複数の無線アクセスポイントの各々に対する前記複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、前記閾値との差の絶対値を計算するステップを備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

40

【請求項 7】

各々の無線アクセスポイントから受信される位置列に基づいた前記複数の無線アクセスポイントの各々の前記位置を決定するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

前記測定ステップは、ある時間間隔で繰り返され、前記合計ステップの実行に先立って、前記信号強度値が得られた時間間隔で経過した時間ユニット数と、前記時間間隔での時間ユニット総数との差に基づいている因子によって、各信号強度値に重みを付けるステップをさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

50

前記示すステップは、前記クライアントが位置していると示される前記位置における無線アクセスポイントから受信される前記信号の強度に基づいて、前記クライアントと前記無線アクセスポイントとの間のラジアル距離を見積もるステップをさらに備えることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項10】

前記クライアントコンピュータが位置していると示されている位置に前記クライアントコンピュータの利用者がいるということを、前記ネットワークの利用者に知らせるステップをさらに有することを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項11】

前記クライアントコンピュータの利用者がどこに位置しているかに関する質問を前記ネットワークの利用者から受信するステップと、
前記質問に回答して前記知らせるステップを実行するステップと、をさらに備えることを特徴とする請求項9記載の方法。

【請求項12】

各々の前記ステップは、衛星位置測定システムを使用することなしに実行されることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項13】

前記アクセスポイントのうち少なくとも1つから最も古い信号強度値を廃棄するステップをさらに備えることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項14】

前記ステップのうち少なくとも1つは、前記クライアントコンピュータに結合したインターフェイスカードによって実行されることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項15】

前記ステップのうち少なくとも1つは、前記複数の無線アクセスポイントのうち1つ、または2つ以上によって実行されることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項16】

前記位置のうち少なくとも1つは、複数の無線アクセスポイントを有し、前記方法は、少なくとも1つの位置の前記複数の無線アクセスポイントの全てに対して得られる前記変更された信号強度値を平均するステップと、
前記位置に対する前記合計値として前記平均された値を使用するステップと、をさらに備えることを特徴とする請求項1記載の方法。

【請求項17】

クライアントコンピュータの位置を決定するための方法であって、前記クライアントコンピュータはコンピュータネットワークの無線アクセスポイントとの既存の無線通信セッションを有する方法において、

前記クライアントコンピュータから、前記クライアントコンピュータが既存の無線通信セッションを確立している前記無線アクセスポイントを含む、前記コンピュータネットワークの複数の無線アクセスポイントで受信される信号の強度を測定するステップであって、各無線アクセスポイントは、複数の位置のうち1つに位置し、前記複数の位置の各々は、複数の無線アクセスポイントのうち1つ、または2つ以上を有するステップと、
前記複数の無線アクセスポイントの各々から前記複数の信号強度値を得るために前記測定ステップを繰り返すステップと、

前記複数の無線アクセスポイントの各々に対する複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、閾値との差を計算するステップと、
各々の位置に対して、前記位置で、無線アクセスポイントのうちの1つ、または2つ以上から得られる信号強度値に基づいた前記変更された信号強度値を合計し、それにより各々の位置に対して合計値を得るステップと、

前記クライアントコンピュータが無線通信セッションを有する前記無線アクセスポイントを有する前記位置の合計値に重みを付けるステップと、
前記重み付けステップの後に、前記合計値のうちどれが最も高いかを決定するステップと

、前記合計値が最も高いと決定された前記位置に設置されている前記クライアントコンピュータを示すステップと、を備えることを特徴とする方法。

【請求項 18】

請求項 17 記載の方法を実行するためのコンピュータ実行可能命令が格納されていることを特徴とするコンピュータ可読媒体。

【請求項 19】

前記合計ステップの実行に先立って、前記信号強度値が測定されてから前記経過した時間に反比例する因子によって、各信号強度値に重みを付けるステップをさらに備えることを特徴とする請求項 17 記載の方法。

10

【請求項 20】

前記計算ステップは、前記複数の無線アクセスポイントの各々に対する前記複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、前記閾値との差の絶対値を計算するステップを備えることを特徴とする請求項 17 記載の方法。

【請求項 21】

前記測定ステップは、ある時間間隔で繰り返され、前記合計ステップの実行に先立って、前記信号強度値が得られた時間間隔で経過した時間ユニット数と、前記時間間隔での時間ユニット総数との差に基づいている因子によって、各信号強度値に重みを付けるステップをさらに備えることを特徴とする請求項 17 記載の方法。

20

【請求項 22】

クライアントコンピュータの位置を決定するための方法であって、前記コンピュータネットワークの複数の無線アクセスポイントから受信される信号の強度を測定するステップであって、各無線アクセスポイントは、複数の位置のうち 1 つに位置し、前記複数の位置の各々は、複数の無線アクセスポイントのうち 1 つ、または 2 つ以上を有するステップと、

複数の無線アクセスポイントの各々から前記複数の信号強度値を得るために前記測定ステップを繰り返すステップと、

前記複数の無線アクセスポイントの各々に対する複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、閾値との差を計算するステップと、

前記信号強度値が測定されてから経過した時間に反比例する因子によって各々の変更された信号強度値に重みを付けるステップと、

30

各々の位置に対して、前記位置で、無線アクセスポイントのうち 1 つ、または 2 つ以上から得られる信号強度値に基づいた前記変更された信号強度値を合計し、それにより各々の位置に対して合計値を得るステップと、

前記合計値のうちどれが一番高いかを決定するステップと、

前記合計値が最も高いと決定された位置に設置している前記クライアントコンピュータを示すステップと、を備えることを特徴とする方法。

【請求項 23】

請求項 22 記載の方法を実行するためのコンピュータ実行可能命令が格納されていることを特徴とするコンピュータ可読媒体。

40

【請求項 24】

前記最も高い合計値に重みを付けるステップと、

前記最も高い合計値に重みを付けるステップの後に、前記決定ステップを実行するステップと、をさらに備えることを特徴とする請求項 22 記載の方法。

【請求項 25】

前記ステップの各々は、衛星位置測定システムを使用すること無しで実行されることを特徴とする請求項 22 記載の方法。

【請求項 26】

前記アクセスポイントのうち少なくとも 1 つから、最も古い信号強度値を廃棄するステップをさらに備えることを特徴とする請求項 22 記載の方法。

50

【請求項 27】

前記ステップのうち少なくとも1つは、前記クライアントコンピュータに結合されるネットワークインターフェイスカードによって実行されることを特徴とする請求項22記載の方法。

【請求項 28】

前記ステップのうち少なくとも1つは、前記複数の無線アクセスポイントのうち1つ、または2つ以上によって実行されることを特徴とする請求項22記載の方法。

【請求項 29】

前記位置のうち少なくとも1つは、複数の無線アクセスポイントを有する方法であって、少なくとも1つの位置の前記複数の無線アクセスポイントの全てに対して得られる前記変更された信号強度値を平均するステップと、
前記位置に対する前記合計値として前記平均された値を使用するステップと、をさらに備えることを特徴とする請求項22記載の方法。

【請求項 30】

利用者の位置を決定するためのシステムであって、
複数の無線アクセスポイントを有するコンピュータネットワークであって、各アクセスポイントは複数の位置のうち1つに位置し、前記複数の位置の各々は前記複数の無線アクセスポイントのうち1つ、または2つ以上を有し、各無線アクセスポイントは前記無線アクセスポイントが位置している前記位置を識別する位置識別子を放送するコンピュータネットワークと、

前記複数の無線アクセスポイントのうち1つとの無線通信セッションに従事するクライアントコンピュータとを備え、前記利用者は前記クライアントコンピュータと関連づけられ、前記クライアントコンピュータは、

前記クライアントコンピュータが無線通信セッションを確立している前記無線アクセスポイントを含む、前記コンピュータネットワークの前記複数の無線アクセスポイントから受信した信号の強度を測定するステップと、

前記複数の無線アクセスポイントの各々から、複数の信号強度値を得るために前記測定ステップを繰り返すステップと、

前記複数の無線アクセスポイントの各々に対する複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、閾値との差を計算するステップと、

各々の位置に対して、前記位置で、無線アクセスポイントのうち1つ、または2つ以上から得られる信号強度値に基づいた前記変更された信号強度値を合計し、それにより各々の位置に対して合計値を得るステップと、

前記クライアントコンピュータが無線通信セッションを持つ前記無線アクセスポイントを持っている前記位置の前記合計値に重みを付けるステップと、

前記重み付けステップの後に、前記合計値のうちどれが最も高いかを決定するステップと、

前記最も高い合計値を持つと決定される前記位置の前記位置識別子を前記コンピュータネットワークへ送信するステップと、を実行することを特徴とするシステム。

【請求項 31】

クライアントコンピュータの位置を決定するための方法であって、
コンピュータネットワークの無線アクセスポイントとの無線通信セッションを確立するステップと、

通信セッションが確立されている前記アクセスポイントを含む、前記コンピュータネットワークの複数の無線アクセスポイントによって放送されている無線信号を検知するステップであって、前記複数の無線アクセスポイントの各々からの前記信号は、前記無線アクセスポイントの前記位置を指示している前記無線アクセスポイントに対する位置識別子を備えるステップと、

予めセットされた反復数の間、前記複数の無線アクセスポイントから前記信号のサンプルを得るステップと、

前記反復数の各々に対して、前記信号サンプルの強度値、および前記信号サンプルが生じた前記アクセスポイントに対する前記位置識別子を記録するステップと、
最小信号強度値を確立するステップと、
強度が前記最小信号強度値よりも小さい全ての信号サンプルを無視するステップと、
前記最小信号強度と、前記信号サンプルの強度値との差の絶対値によって、前記信号サンプルの強度値に重みを付けるステップ、および
前記信号サンプルの年数の因子により前記信号サンプルの強度値に重みを付けるステップ
によって、各々の信号サンプルの前記強度値を変更し、
前記クライアントコンピュータが通信セッションを確立している前記無線アクセスポイントから前記信号サンプルが得られた場合、前記信号サンプルにさらに重みを付けるステップと、
各々の位置識別子に対して、該位置識別子を放送している前記無線アクセスポイントの前記変更された強度サンプル値を合計するステップと、
その位置識別子を有する前記無線アクセスポイントの前記合計され変更された強度サンプル値が最も高い前記位置識別子を戻すステップと、を備えることを特徴とする方法。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 記載の方法を実行するためのコンピュータ実行可能命令が格納されていることを特徴とするコンピュータ可読媒体。

【請求項 3 3】

クライアントコンピュータの位置を決定するためのシステムであって、前記クライアントコンピュータはコンピュータネットワークの無線アクセスポイントとの既存の無線通信セッションを有し、
各前記無線アクセスポイントから複数の信号強度値を得るために、前記クライアントコンピュータが前記既存の無線通信セッションを確立している前記無線アクセスポイントを含む、前記コンピュータネットワークの複数の無線アクセスポイントから受信される信号の強度を繰り返し測定するための手段であって、各無線アクセスポイントは複数の位置のうちの 1 つに設置され、複数の位置の各々は、前記複数の無線アクセスポイントのうちの 1 つ、または 2 つ以上を有する手段と、
前記測定手段から前記信号強度値を取得し、前記複数の無線アクセスポイントのうちの各々に対して複数の変更された信号強度値を得るために、各信号強度値と、閾値との間の差の計算し、前記複数の位置の各々に対して前記変更された信号強度値を合計して複数の合計値を取得し、前記複数の合計値のうちどれが最も高いか、ということに基づいて前記クライアントコンピュータの位置を決定するための手段と、を備えることを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に無線信号を使用して位置を決定することに関し、より詳細には、無線信号を使用してモバイルコンピュータを捜し出すことに関するものである。

【背景技術】

【0002】

多くの組織は、今日、それら自身の内部コンピュータネットワークを管理している。無線通信は、次第にこのようなネットワークの重要な部分になっている。無線通信の利点は、利用者が移動可能になること、それは、例えば、組織のネットワークへの接続性を維持している間に、利用者のノートブック型またはハンドヘルドコンピュータを部屋から部屋へ、および建物から建物へ運ぶことを可能にする、ということである。モバイルユーザのコンピュータは一般に、組織の施設の至るところに分散された一連の無線アクセスポイントを通じて、ネットワークと通信する。

【考案の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

モバイル利用者の位置決定に有効であるアプリケーションは多く存在する。例えば、大企業の従業員が、ドキュメントをプリントアウトする必要があるが、従業員自身が建物を良く知らないならば、最も近くのプリンタを探すために歩き回らなければならないだろうし、また一度プリンタを見付けると、プリンタのネットワーク名を決定し、スクリーン上で選択しなければならないであろう。従業員にとって、"最も近いプリンタ"へドキュメントを簡単に送ることができ、最も近いプリンタを識別するためのネットワークを持つことができ、そこへ自動的にドキュメントを送ることができ、そして、プリンタまで行く方法に関して利用者に指示を与えることができるなら、とても有用であろう。

【課題を解決するための手段】

10

【0004】

本発明は、一般に、モバイルコンピュータがコンピュータネットワークの無線アクセスポイントとの無線通信セッションを確立するモバイルコンピュータの位置決定のための方法、およびシステムが示されている。本発明の様々な実施形態によれば、各々の無線アクセスポイントの位置は、知られており、ネットワークのデータベース上からか、またはアクセスポイント自身からのどちらかから入手可能である。モバイルコンピュータと、モバイルコンピュータがセッションを確立しているアクセスポイントを含むネットワークの複数の無線アクセスポイントとの間を通過する無線信号の強度を、複数の時間間隔で測定する。その測定を、モバイルコンピュータ自身、または無線アクセスポイントで行っても良い。ついで、測定された強度値を、モバイルコンピュータがサンプルを得られたアクセスポイントと通信セッションをすでに確立したかどうか、という因子、およびそのサンプルがどのくらい古いのか、という因子に応じて重みを付ける。各々の位置に対して、その位置におけるアクセスポイントに対して得られる重みが付けられた強度値を合計する。最も高い合計値を持った位置を、モバイルコンピュータの位置であると考え。

20

【0005】

本発明の様々な実施形態において、各々の無線アクセスポイントの位置、および結果的なモバイルコンピュータの位置を、様々な方法で表現しても良い。例えば、モバイルコンピュータの位置は、ある基準点に関連する物理的な位置、またはシステム管理者によって確立されたグリッドシステムの一部として、計算され、そして表現されても良い。

30

【0006】

本発明の追加の特徴および利点は、添付の図を参照して進められる例示された実施形態の以下の詳細な記述から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

特許請求の範囲は、本発明の特徴を詳細に明らかにしているが、本発明は、目的および利点と共に、添付している図面に関連した以下の詳細な記述から最も良く理解されうる。

【0008】

本発明は、一般に、クライアントコンピュータ自身、または無線アクセスポイントのいずれかで、モバイルコンピュータとコンピュータネットワークの複数の無線アクセスポイントとの間を通過している信号強度が測定されるモバイルコンピュータの位置決定のための方法およびシステムを指向している。本発明の種々の実施形態によれば、信号強度に対して得られた測定を、無線アクセスポイントの位置に応じて分類する。ついで、測定信号強度値を、モバイルコンピュータが無線アクセスポイントと接続を確立しているかどうか、または測定がどれくらい古いのか、という要素に応じて重みを付ける。

40

【0009】

次に、発明の様々な実施形態の記述を進めることに先立って、本発明が実施されうるコンピュータおよびネットワーク環境の記述が提供される。必要ではないが、本発明を、コンピュータによって実行されるプログラムモジュールによって実施しても良い。一般的に、プログラムモジュールは、ルーチン、オブジェクト、コンポーネント、データ構造、および特定のタスクを実行したり、または特定の抽象データタイプを実装するようなものを含

50

む。ここで使用されている"プログラム"という用語は、1つのプログラムモジュール、または強調して作動している複数のプログラムモジュールを意味する。本発明を、パーソナルコンピュータ（PCs）、ハンドヘルド装置、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサに基づいたプログラム可能家電製品、ネットワークPCs、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、および同種のものを含む、様々なタイプのコンピュータ上で実施しても良い。ここで使用されている"モバイル"という用語は、これらタイプのコンピュータのうち、どれに対して適用しても良い。

【0010】

その上、"クライアントコンピュータ"という用語は、静的なクライアントサーバの関係にあるコンピュータに制限されているという意味ではない。当業者は、コンピュータは種々の時でクライアントおよびサーバ双方として機能を果たすことができ、また、いわゆる"Peer"ネットワーク中で同時に双方としてさらに役に立ちうる、ということ認識する。本発明を、通信ネットワークを通してリンクされた遠隔処理装置によってタスクが実行される、分散コンピューティング環境においても使用しても良い。分散コンピューティング環境において、モジュールを、ローカルおよびリモートメモリ記憶装置の双方に設置しても良い。

【0011】

本発明で使用されるネットワーク化された環境の一例は、次に、図1に関して記述されるだろう。ネットワークの例は、雲として描かれた、ネットワーク102に亘ってお互いに通信している幾つかのコンピュータ100を含んでいる。ネットワーク102は、ルータ、ゲートウェイ、ハブ等のような良く知られた多くのコンポーネントを含んでも良く、またコンピュータ100が有線、および/または無線メディア経由で通信することを可能にしても良い。

【0012】

図2を参照すると、ここで記述された発明のうちの少なくとも部分が実行されるコンピュータに対する基礎的な構成の一例が示されている。最も基礎的なその構成において、コンピュータ100は、一般的に、少なくとも1つの処理装置112およびメモリ114を含む。コンピュータ100の正確な配置およびタイプに依存しているので、メモリ114は、揮発性（RAMのような）、不揮発性（ROMまたはフラッシュメモリのような）、またはその2つのある組み合わせであっても良い。この最も基礎的な構成は、破線106によって図2中に例示されている。その上、コンピュータは、追加的な特徴/機能性をまた有している。例えば、コンピュータ100は、磁気、または光ディスク、またはテープに限定されない、追加的な記憶装置（リムーバブルおよび/またはノンリムーバブル）をまた含んでも良い。コンピュータ記憶メディアは、コンピュータ読取り可能命令、データ構造、プログラムモジュール、または他のデータのような情報の記憶に対して、あらゆる方法、または科学技術で実行される、揮発性および不揮発性、リムーバブルおよびノンリムーバブルメディアを含む。コンピュータ記憶メディアは、以下のものに限定されるわけではないが、RAM、ROM、EPROM、フラッシュメモリ、または他のメモリ科学技術、CD-ROM、デジタル多用途ディスク（DVD）、または他の光記憶装置、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク記憶装置、または他の磁気貯蔵装置、または所望の情報を蓄積することに使用でき、およびコンピュータ100によってアクセスすることができる他のあらゆる媒体を含む。あらゆるこのようなコンピュータ貯蔵メディアも、コンピュータ100の一部でありうる。

【0013】

コンピュータ100は、その装置が他の装置と通信することを可能とする通信接続を含むこともできる。通信接続は通信媒体の一例である。通信メディアは、搬送波、または他の輸送メカニズムのような変調されたデータ信号における、コンピュータ読取り可能命令、データ構造、プログラムモジュールまたは他のデータを典型的に具体化し、および、あらゆる情報送達メディアを含む。例として、およびそれに限定されるわけではないが、通信メディアは、有線ネットワーク、または直接の有線接続のような有線メディアと、音響、

ラジオ周波数、赤外線および他の無線メディアのような無線メディアを含む。ここで使用されるようなコンピュータ読取り可能な指示という用語は、貯蔵メディアおよび通信メディアの双方を含んでいる。

【0014】

コンピュータ100は、キーボード、マウス、ペン、音声入力装置、タッチ入力装置等のような入力装置を有することもできる。ディスプレイ118、スピーカ、プリンタ等のような出力装置をまた含んでも良い。全てのこれら装置は、技術的に良く知られており、またここで詳細に議論する必要はないであろう。

【0015】

本発明を実施しうるシナリオの一例を、次に、図3に関して記述する。そして、図3の中
10
で、企業ネットワーク150 (corporate network) は、インターネット152に通信でリンクされ、また第1クライアントコンピュータ166、および無線アクセスポイント154、156、158、160、および162を含む。第1クライアントコンピュータは第1利用者168によって使用されている。無線アクセスポイント154、156、158、160、および162を、AP₁、AP₂、AP₃、AP₄、およびAP_n、と表している。AP₄とAP_nとの間の破線により示されているように、企業ネットワーク150中の無線アクセスポイントの数はどれだけあっても良い。第2クライアントコンピュータ164を、企業ネットワーク150によって認識するが、絶えず企業ネットワーク150と通信しているわけではない。第2クライアントコンピュータ164
20
はモバイルで、第2利用者170がどこへ行こうとも、第2利用者170と共にある。第2クライアントコンピュータは、以下では多くの場合"モバイルクライアントコンピュータ164"というであろう。企業ネットワーク150との通信を確立するために、モバイルクライアントコンピュータ164は、無線アクセスポイントのうち1つとの無線セッションを確立する。無線セッションを、ラジオ周波数(RF)、または超音波を含む、あらゆるタイプの無線媒体に応じて確立することができる。ここに記述された実施形態は、IEEE 802.11b RF通信に適していることが知られている。

【0016】

各無線アクセスポイントを、位置識別子と関係づけられたある位置に設置する。その位置識別子を実装するための多くの方法があり、および、それを実装する方法は、位置をどのようににネットワーク中で示すか、ということに依存している。例えば、ネットワークを設
30
置する建物が10×10グリッドに分割される場合、無線アクセスポイントに対するその位置識別子は、そのとき無線アクセスポイントが第5列、第3カラムにあるグリッド正方形に設けられていることを示す"0503"のようなものでも良い。本発明の実施形態によれば、その位置識別子は文字列であり、その建物ナンバー、フロアナンバー、および無線アクセスポイントを設置する建物の面(羅針盤方向によって)を含む。例えば、"建物2、フロア3NW"という位置識別子は、アクセスポイントが建物2の中の3階で、北西の角に設けられている、ということを示す。他の実施形態では、その位置識別子は、次に続く例のように、複数の文字列によって構成されるスキーマである。

国：カナダ

州：BC

市：ビクトリア

通り：ブロード

通りナンバー：11102

フロア：2

部屋：115

2つまたは3つ以上の無線アクセスポイントは、それらをそのネットワークに対して実施されるその位置の指示方式に応じてその同じ位置にあると見なす、ということを示している同じ位置識別子を有しても良い。

【0017】

各無線アクセスポイントに対するその位置識別子を、種々の場所で維持することができる
50

。例えば、企業ネットワーク150上のデータベース172は、企業ネットワーク150内の各無線アクセスポイントに対するエントリを含みうる。そのエントリは、（例えばIPアドレス、MACアドレスおよび／またはマシン名によって）無線アクセスポイント、およびその位置識別子を識別する。データベース172の位置識別子の内容および形式をカスタマイズすることによって、システム管理者は、ネットワーク150上の無線アクセスポイントの位置を示すデータの粒状性（granularity）を設定することができる。従って、各々の無線アクセスポイントの位置を、それは建物のどのフロアに設けられたかといった一般的な用語で表現することができ、またはそれがどの2メートルグリッド正方形を占めているかといった、より具体的な用語で表現することができる。この方法で、モバイルコンピュータの位置を決定するデータの塊を、またカスタマイズすることができる。本発明の幾つかの実施形態において、データベース172を、MICROSOFT ACTIVE DIRECTORYとして実装する。各無線アクセスポイントは、それ自身の位置識別子をまた知りうる。例えば、モバイルクライアントコンピュータ164は、無線アクセスポイントのうちの1つまたは2つ以上に対する位置識別子を得ても良く、企業ネットワーク150自身からそれらを要求することによってなされる。二者択一的に、無線アクセスポイントは、それら自身の位置識別子を絶えず放送しても良く、従って、モバイルクライアント164がその情報を要求する必要性を除去する。

【0018】

本発明の種々の実施形態により、モバイルクライアントコンピュータ164の位置を決定することが可能となり、それによって、例えば、第1利用者168が、第2利用者170の所在に関して企業ネットワーク（第1クライアントコンピュータ166経由で）に尋ね、そして、応答して、モバイルクライアントコンピュータ164の位置を受け取ることが可能となる。

【0019】

本発明の実施形態において、クライアントコンピュータの位置を決定するために使用される手順の一例を、次に、図4のフローチャート、および図3に例示されたシナリオに関して記述する。この例では、モバイルコンピュータ164がコンピュータネットワーク150と通信することができるAP₁を備える通信セッションに従事する、ということ想定している。モバイルクライアントコンピュータ164（図3）は、無線アクセスポイントAP₁、AP₂、AP₃、およびAP₄から信号を受信し、および各々の無線アクセスポイントから受信した信号の強度を測定する。無線アクセスポイントに対する信号強度値をその手順へ入力する（ブロック178、図4）。モバイルクライアントコンピュータ164は、各無線アクセスポイントに対する位置識別子と共に、各無線アクセスポイントに対して計算された強度値を記録する（ブロック180、図4）。ついで、モバイルクライアント164は、それを接続する無線アクセスポイントの強度値に重みを付ける（ブロック182、図4）。この値に重みを付けることは、一般に、モバイルクライアントコンピュータはそれらに接近している無線アクセスポイントとの通信セッションをより確立する可能性がある、という前提に基づいている。この例において、AP₁に対する信号強度値に重みを付ける。

【0020】

ついで、そのモバイルクライアントコンピュータ164は、得られてからどれだけ時間が経過したか、ということに基づいて、その強度値に適切に重みを付け、最も最近得られた値は最も大きな重みを受け、また最も最近ではないときに受け取った値は最も小さな重みを受ける（ブロック184、図4）。それらの時期に反比例した方法で強度値に重みを付けることは、そのモバイルクライアントコンピュータを移動している利用者のように、変化した状態の可能性に対して補正する。次に、モバイルクライアントコンピュータ164は、重みを付けられた強度値を合計する（ブロック186、図4）。その合計は、位置によって実行され、複数のアクセスポイントは平均化される。例えば、AP₁とAP₂が同じ位置にある（すなわち、それらが同じ位置識別子持っている）ならば、それらそれぞれの重みを付けられた強度値を平均化する。最大の合計値が得られる位置識別子を、クラ

クライアントコンピュータの位置であると考え（ブロック188、図4）。例えば、この位置を、物理的な位置として、相対的な位置として、またはグリッドタイプシステムに応じて表現しても良い。例えば、企業施設内の位置を示すための1つ方法は、建物によって、フロアによって、および各々のフロアの4分割によって、施設を分割することであろう。AP₁ および AP₂ は双方とも建物1、1階、北側にあり、AP₃ は1階、南側にあり、AP₄ は1階、南東の角にあると想定する。1階、北側（AP₁ および AP₂ に対する平均化された合計）に対して重みを付けられた合計が、南側（AP₃）および南東の角にあるAP₄ の重みを付けられた合計よりも高い場合、モバイルクライアントコンピュータ164を、1階の北側にあると考える。モバイルクライアントコンピュータ164は、（モバイルクライアントコンピュータ164が）シャットダウンするまで（ブロック190、図4）、予めセットされた遅延期間の後（ブロック192、図4）、図4のブロック178～186により表されたステップを繰り返す。

【0021】

発明の幾つかの実施形態によれば、モバイルクライアントコンピュータ164は、信号強度測定の実動窓法（moving window）を維持する。例えば、それは、各無線アクセスポイントから予めセットされた多数の測定を得ることで、各反復の後に最も古い測定を廃棄しうる。例えば、測定の予めセットされた数を10とする場合、モバイルクライアントコンピュータ164は、10番目の測定に続く反復上、および続く反復の各々で、最も古い測定を廃棄するだろう。

【0022】

図4の手順は、モバイルクライアントコンピュータ164により行われているものとして記述されているが、当業者であれば、本手順の全てまたは一部分をあらゆる無線アクセスポイント154～162のいずれか、またはモバイルクライアントコンピュータ164と結合された無線ネットワークインターフェイスカード上で、二者択一的に行うことができる、ということを認識するだろう。

【0023】

図4と連携して記述された一般的な手順が本発明の実施形態によってどのようにして実行されるかの1例は、次に、記述される。図3を参照すると、モバイル無線クライアントコンピュータ164を、すでに無線アクセスポイントAP₁との通信セッションを確立していると想定しており、および無線アクセスポイントAP₁を通じて企業ネットワーク150と通信している。それ自身の位置を計算するために、そのモバイルクライアントコンピュータ164は、適用範囲の中で各々の無線アクセスポイントを識別する。これが成されることができ様々な方法がある。ある実施において、それら無線アクセスポイントは、それらのIPおよび/またはMACアドレスを各々周期的に放送し、それらのIPおよび/またはMACアドレスをそのモバイルクライアントコンピュータ164によって検出する。ついで、モバイルクライアントコンピュータ164は、これらIPおよび/またはMACアドレスに対応しているその位置識別子に対して、企業ネットワーク150に問い合わせる。ついで、企業ネットワーク150は、データベース172からその位置識別子を検索し、そして無線アクセスポイントAP₁経由で、そのモバイルクライアントコンピュータ164にそれらを送信する。他の実施において、そのモバイルクライアントコンピュータ164は、それら無線アクセスポイントから直接その位置識別子を得ており、それら無線アクセスポイントはそれらを周期的に放送し、またはそのモバイルクライアントコンピュータ164からの問い合わせに応答してそれらを放送する。

【0024】

ついで、モバイルクライアントコンピュータ164は、無線アクセスポイントAP₁、AP₂、AP₃、およびAP₄から受信するそれら信号のサンプルを得る。ここで、本実施形態で使用される4つの定数を導入するであろう。

【0025】

【表1】

定数	範囲	デフォルト	説明
k	≥ 0	1.175	モバイルクライアントコンピュータが通信セッションを確立している関連するAP無線アクセスポイントに与えられた重み
s	> 0	5	サンプリング反復の間の秒数
t	> 0	8	0..t-1と番号を付けられたサンプルの変遷を維持するためのs秒反復の数
min	< 0	-100	考慮されている無線アクセスポイントに対する信号強度の最小閾値
j	0...t-1	0..7	サンプルに対する指数。第1サンプルは0として表示され、第2は1等...jがt-1に達した後、jは0に戻る

10

【0026】

モバイルクライアントコンピュータ164は、最初に各無線アクセスポイントから受信する信号の強度を、dBm（1ミリワットに関するデシベル）で測定し、そしてその測定された値を記録する。この実施の例示を支援するために、あるグループのサンプル値を表1に示す。ここで、 $t=4$ 、 $\text{min}=-30$ 、 $k=2$ である。

20

【0027】

【表2】

	j = 0	j = 1	j = 2	j = 3
AP ₁ 1階NW	-21	-22	-25	-29
AP ₂ 1階NE	-31	-25	-33	-31
AP ₃ 1階SW	-19	-18	-19	-17
AP ₄ 1階SE	-17	-18	-18	-19

30

表1

【0028】

ついで、モバイルクライアントコンピュータ164は、minと等しいこのような測定値を設定することによって、minよりも小さな全ての測定を効果的に無視する。ついで、minと、測定された信号強度との間の差の絶対値、つまり $|\text{min}-\text{測定された信号強度}|$ により、各サンプルに対するその測定された強度値を変更する。その変更された値を表2に示す。

40

【0029】

【表3】

	j = 0	j = 1	j = 2	j = 3
AP ₁ 1階NW	$ -30+21 =9$	$ -30+22 =8$	$ -30+25 =5$	$ -30+29 =1$
AP ₂ 1階NE	$ -30+30 =0$	$ -30+25 =5$	$ -30+30 =0$	$ -30+30 =0$
AP ₃ 1階SW	$ -30+19 =11$	$ -30+18 =12$	$ -30+19 =11$	$ -30+17 =13$
AP ₄ 1階SE	$ -30+17 =13$	$ -30+18 =12$	$ -30+18 =12$	$ -30+19 =11$

10

表 2

【0030】

モバイルクライアントコンピュータ164に関連する無線アクセスポイント、この例ではAP₁、から得られるサンプルに対して、その得られた値を、kによって重みを付ける。その結果を表3に示す。

20

【0031】

【表4】

	j = 0	j = 1	j = 2	j = 3
AP ₁ 1階NW	2(9)=18	2(8)=16	2(5)=10	2(1)=2
AP ₂ 1階NE	0	5	0	0
AP ₃ 1階SW	11	12	11	13
AP ₄ 1階SE	13	12	12	11

30

表 3

【0032】

ついで、各サンプル値は、サンプルの時期に関する因子によって重みを付ける。この重みに対する一般的な形式は、

40

【0033】

【数式1】

$$\frac{(t-j)}{\sum_{i=1}^t i}$$

【0034】

この例ではt=4なので、分母を1+2+3+4=10と計算する。その重みを付けられた値を表4に示す。

【0035】

50

【表 5】

	j = 0	j = 1	j = 2	j = 3
AP ₁ 1 階NW	$\frac{4}{10}(18) = 7.2$	$\frac{3}{10}(16) = 4.8$	$\frac{2}{10}(10) = 2$	$\frac{1}{10}(2) = 0.2$
AP ₂ 1 階NE	$\frac{4}{10}(0) = 0$	$\frac{3}{10}(5) = 1.5$	$\frac{2}{10}(0) = 0$	$\frac{1}{10}(0) = 0$
AP ₃ 1 階SW	$\frac{4}{10}(11) = 4.4$	$\frac{3}{10}(12) = 3.6$	$\frac{2}{10}(11) = 2.2$	$\frac{1}{10}(13) = 1.3$
AP ₄ 1 階SE	$\frac{4}{10}(13) = 5.2$	$\frac{3}{10}(12) = 3.6$	$\frac{2}{10}(12) = 2.4$	$\frac{1}{10}(11) = 1.1$

表 4

【0036】

モバイルクライアントコンピュータ164が、サンプリング期間tを観測することがまだできないでいる場合、時期ベースの重みは、それまで受信された観測数に基づくべきである。より多くのサンプルが記録されるので、tサンプルを受信するまで、その重みは、各サンプリング期間に対して変化する。

【0037】

ついで、モバイルクライアントコンピュータ164は、その同じ位置識別子を有している無線アクセスポイントから得られるそのサンプルの強度値を合計する。この例において、各無線アクセスポイントは、異なった位置識別子を有し、その合計され重みを付けられた値を表5に示す。

【0038】

【表 6】

	j = 0	j = 1	j = 2	j = 3	合計
AP ₁ 1 階NW	7.2	4.8	2	0.2	14.2
AP ₂ 1 階NE	0	1.5	0	0	1.5
AP ₃ 1 階SW	4.4	3.6	2.2	1.3	11.5
AP ₄ 1 階SE	5.2	3.6	2.4	1.1	12.3

表 5

【0039】

ついで、モバイルクライアントコンピュータ164は、合計値のうちどれが一番高いかを決定し、および自身が最も高い合計値を有する位置に設置されていると考える。この例において、その最も高い合計値は、16.7であり、AP₂と一致している。AP₂は"1 階NE"という位置識別子を持っている。それゆえに、モバイルクライアントコンピュータ164は、自身が1階の北西部に設けられていると考える。モバイルクライアントコ

ンピュータ 164 は、この情報をネットワークの利用者にその情報を提供することができる企業ネットワーク 150 に戻す。

【0040】

本発明の種々の実施形態において、ネットワークの無線アクセスポイントに関する情報を、その無線アクセスポイントがセットアップされる時ネットワークの中央データベースへ入力する。図5を参照すると、ネットワーク管理者がセットアップ中にその情報を入力するために使用できるインターフェイスの1例を、今記述するであろう。そのインターフェイスは、名前フィールド、位置フィールド、コメントフィールド、MACアドレスフィールド、およびIPアドレスフィールドを含む、幾つかのエントリフィールドを有する。管理者は、これらのフィールドにその次に示すデータを記入することができる。

名前： このアクセスポイントに関する名前

位置： 位置アルゴリズムにより使用されるアクセスポイントの位置

コメント： 管理者コメント

MACアドレス： アクセスポイントの割り当てられたハードウェアアドレス

IPアドレス： アクセスポイントの割り当てられたIPアドレス。入力制御は、TCP/IPネットワークプロパティダイアログでのIPアドレス入力に対して同様に作用する。

【0041】

一度名前、位置、コメント、およびMACアドレスまたはIPアドレスのうち少なくともいずれか1つを入力すると、Create ボタンを可能にするべきである。Create ボタンを押した後、その値は、データベースに加えられ、そしてそのフォームの内容をクリアする。

【0042】

管理者がダイアログに何かを入力し、ついでClose を押す場合、その利用者に変更を廃棄したいかどうか尋ねるべきである。Yes の返答は、ダイアログを閉じ、一方で、No の返答は、その利用者をダイアログへ戻す。

【0043】

Import ボタンは、標準ウィンドウズ（登録商標）ファイルオープンダイアログを表示し、"コンマ区切りテキストファイル (*.txt)" のような、インポートファイルタイプのマスクを可能にするための支援をさせる。ファイルを選択した後に、データベースは、ファイルに情報をインポートし、および自動的に Add Access Point ダイアログボックスを閉じる。

【0044】

さらに他の実施において、ここで記述された方法およびシステムは、無線アクセスポイントからモバイルクライアントコンピュータがどれだけ離れているか、ということとをさらに決定する。これを、信号強度値のサンプルのうちの1つを得ることにより達成され、および無線アクセスポイントからのラジアル距離を得るためにパワーロー (Power Law) を適用することにより成し遂げる。

【0045】

パワーローを次のように表すことができる。

【0046】

【数式2】

$$P_{\text{signal}} P_{\text{known point}} = \left(\frac{d}{d_{\text{known point}}} \right)^{-r}$$

【0047】

ここで、 P_{signal} は無線アクセスポイントからモバイルクライアントコンピュータにより受信した信号のエネルギーであり、 $P_{\text{known point}}$ はその無線アクセスポイントにより発生した信号のエネルギーであり、 $d_{\text{known point}}$ はそのアクセス

ポイントへの距離であり、 d はモバイルユーザへの距離である。項 r は定数であり、その値を一般的にインドア通信に対しては四（４）であると見なし、およびアウトドア通信に対しては二（２）であると見なす。

【００４８】

従って、モバイルコンピュータの位置決定のための新しく、および有用な方法を提供している、ということを理解することができる。ここで記述された種々の実施形態の多くの特徴に加えて、本発明は、高価な方式、例えば、（全）地球測位システム（GPS）のような衛星位置測定システムを使用する必要性を除去する。

【００４９】

本発明の原理を適用しても良い多くの考えられる実施形態を考慮して、図面に関してこ
10
こで記述される実施形態は、単なる例示ということを意味し、発明の範囲を限定しているように捉えるべきではない、ということを認識するべきである。例えば、当業者は、ソフトウェアで示されている例示された実施形態の要素をハードウェアで実施されても良いし、その逆も同じである、ということを、または、例示された実施形態を発明の精神から外れることなしで、配置や詳細において変更することができる、ということを認識するだろう。それゆえに、ここに記述された本発明は、請求項およびその均等物の範囲内になりうる実施形態の全てを予測している。

【図面の簡単な説明】

【００５０】

【図１】本発明が実施されうるコンピュータネットワークの一例を示す図である。
20

【図２】少なくとも本発明の幾つかの部分は実行されうるコンピュータの一例を示す図である。

【図３】本発明は実行されうる企業ネットワークの一例を例示している図である。

【図４】本発明の実施形態に従いうる全体的な手順を例示している図である。

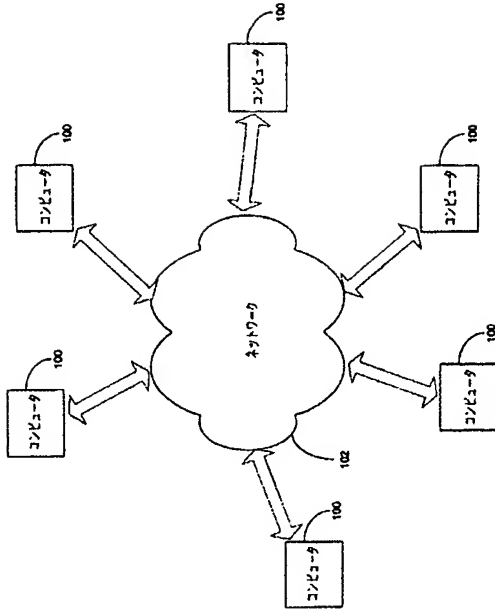
【図５】ネットワーク管理者が、ネットワークの無線アクセスポイントに関する情報を入力することを可能にする、ユーザーインターフェイスの一例を例示している図である。

【符号の説明】

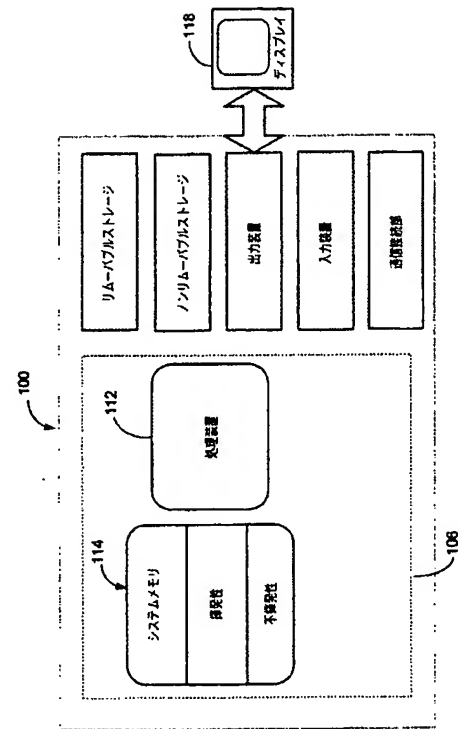
【００５１】

100 コンピュータ
102 ネットワーク
112 処理装置
118 ディスプレイ
150 企業ネットワーク
152 インターネット
164 モバイルクライアントコンピュータ
166 クライアントコンピュータ
168、170 利用者
172 データベース

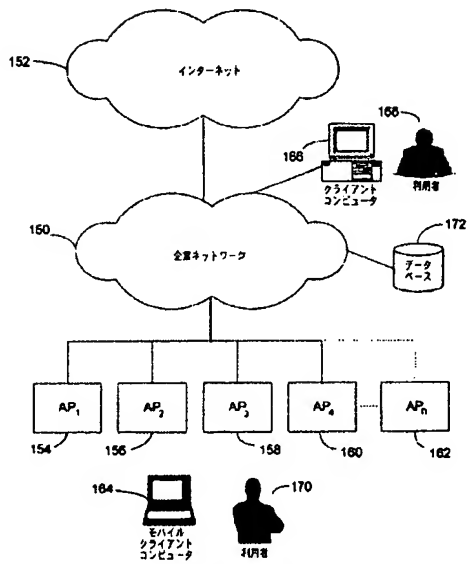
【図 1】



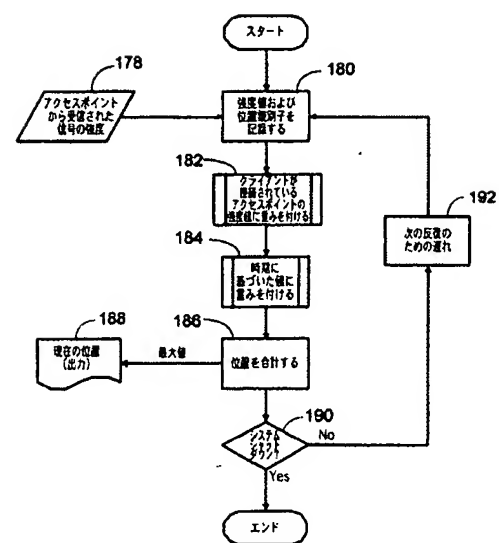
【図 2】



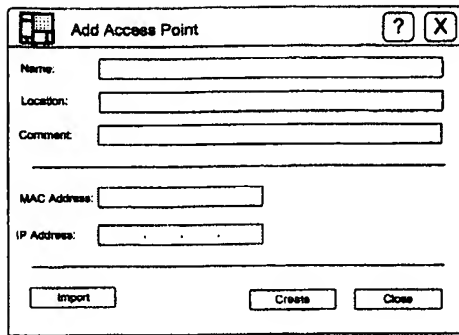
【図 3】



【図 4】



【図 5】



The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Add Access Point". The dialog box has a standard Windows-style title bar with a question mark icon and a close button (X). The main area contains several input fields: "Name:" with a text box, "Location:" with a text box, "Comment:" with a text box, "MAC Address:" with a text box, and "IP Address:" with a text box. Below these fields are three buttons: "Import", "Create", and "Close".

Dialog Box: Add Access Point

Fields:

- Name:
- Location:
- Comment:
- MAC Address:
- IP Address:

Buttons:

- Import
- Create
- Close

フロントページの続き

(72)発明者 ジョーゼフ ボラストレ

アメリカ合衆国 94703 カリフォルニア州 バークレー フェアビュー ストリート 15
30 フロアー 2

(72)発明者 ウォーレン バークレー

アメリカ合衆国 98012 ワシントン州 ミル クリーク 161 ブレイス サウスイース
ト 2615

(72)発明者 バラムビール バール

アメリカ合衆国 98075 ワシントン州 サマミッシュ 271 コート サウスイースト
2221

F ターム(参考) 5J062 AA08 BB00 CC16 CC18 FF01

SK067 AA41 DD17 DD44 EE02 EE10 EE16 EE24 FF03 FF16 FF23

HH21 HH22 HH23 JJ51 JJ52 JJ54

【外国語明細書】**1. Title of the Invention****METHOD AND SYSTEM FOR DETERMING THE
LOCATION OF A MOBILE COMPUTER****2. Claims**

1. A method for determining the location of a client computer, the client computer having an existing wireless communication session with a wireless access point of a computer network, the method comprising:

measuring the strength of signals received from a plurality of wireless access points of the computer network, including the wireless access point to which the client computer has established the existing wireless communication session, wherein each wireless access point is located at one of a plurality of locations, and each of the plurality of locations has one or more of the plurality of wireless access points;

repeating the measuring step to obtain a plurality of signal strength values from each of the plurality of wireless access points;

calculating the difference between each signal strength value and a threshold value to obtain a plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points;

summing the modified signal strength sample values for each of the plurality of locations to obtain a plurality of summed values, each of the plurality of summed values corresponding to a location of the plurality of locations;

determining which of the plurality of summed values is the highest; and

designating the client computer to be located near the location for which the summed value is determined to be the highest.

2. A computer-readable medium having stored thereon computer-executable instructions for performing the method of claim 1.

3. The method of claim 1, further comprising:

weighting the summed value of the location having the wireless access point with which the client computer has established the existing wireless communication session, wherein the determining step is performed after the weighting step.

4. The method of claim 1, further comprising, prior to execution of the summing step, weighting each signal strength value by a factor that is inversely proportional to the time elapsed since the signal strength value was measured.

5. The method of claim 1, further comprising, prior to execution of the summing step, weighting each signal strength value such that the more time that has elapsed since the signal strength value was measured, the less weight the signal strength value receives.

6. The method of claim 1, wherein the calculating step comprises calculating the absolute difference between each signal strength value and the threshold value to obtain the plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points.
7. The method of claim 1, further comprising determining the location of each of the plurality of wireless access points based on a location string received from each of the wireless access points.
8. The method of claim 1, wherein the measuring step is repeated over a time interval, the method further comprising, prior to execution of the summing step, weighting each signal strength value by a factor that is based on the difference between the number of time units that elapsed in the time interval when that the signal strength value was taken and the total number of time units in the time interval.
9. The method of claim 1, wherein the designating step further comprises estimating, based on the strength of the signal received from a wireless access point in the location in which the client is designated to be located, the radial distance between the client and the wireless access point.
10. The method of claim 1, further comprising informing a user of the network that the user of the client computer is in the location in which the client computer has been designated to be located.

11. The method of claim 9, further comprising:
receiving from the user of the network an inquiry as to where the user of the client computer is located; and
performing the informing step in response to the inquiry.
12. The method of claim 1, wherein each of the steps is performed without the use of a satellite positioning system.
13. The method of claim 1, further comprising discarding the oldest signal strength value from at least one of the access points.
14. The method of claim 1, wherein at least one of the steps is performed by a network interface card coupled to the client computer.
15. The method of claim 1, wherein at least one of the steps is performed by one or more of the plurality of wireless access points.
16. The method of claim 1, wherein at least one of the locations has a plurality of wireless access points, the method further comprising:
averaging the modified signal strength values obtained for all of the plurality of wireless access points of the at least one location; and
using the averaged value as the summed value for the location.

17. A method for determining the location of a client computer, the client computer having an existing wireless communication session with a wireless access point of a computer network, the method comprising:

measuring the strength of signals received at a plurality of wireless access points of the computer network from the client computer, including the wireless access point to which the client computer has established a communication session, wherein each wireless access point is located at one of a plurality of locations, and each of the plurality of locations has one or more of the plurality of wireless access points;

repeating the measuring step to obtain a plurality of signal strength values from each of the plurality of wireless access points;

calculating the difference between each signal strength value and a threshold value to obtain a plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points;

for each location, summing the modified signal strength sample values that were based on signal strength values obtained from the one or more wireless access points at the location, thereby obtaining a summed value for each location;

weighting the summed value of the location having the wireless access point with which the client computer has a wireless communication session;

after the weighting step, determining which of the summed values is the highest; and

designating the client computer to be located in the location for which the summed value is determined to be the highest.

18. A computer-readable medium having stored thereon computer-executable instructions for performing the method of claim 17.

19. The method of claim 17, further comprising, prior to execution of the summing step, weighting each signal strength value by a factor that is inversely proportional to the time elapsed since the signal strength value was measured.

20. The method of claim 17, wherein the calculating step comprises calculating the absolute difference between each signal strength value and the threshold value to obtain the plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points.

21. The method of claim 17, wherein the measuring step is repeated over a time interval, the method further comprising, prior to execution of the summing step, weighting each signal strength value by a factor that is based on the difference between the number of time units that elapsed in the time interval when that the signal strength value was taken and the total number of time units in the time interval.

22. A method for determining the location of a client computer, the method comprising:

measuring the strength of signals received from a plurality of wireless access points of the computer network, wherein each wireless access point is located at one

of a plurality of locations, and each of the plurality of locations has one or more of the plurality of wireless access points;

repeating the measuring step to obtain a plurality of signal strength values from each of the plurality of wireless access points;

calculating the difference between each signal strength value and a threshold value to obtain a plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points;

weighting each modified signal strength value by a factor that is inversely proportional to the time elapsed since the signal strength value was measured;

for each location, summing the modified signal strength values that were based on signal strength values obtained from the one or more wireless access points at the location, thereby obtaining a summed value for each location;

determining which of the summed values is the highest; and

designating the client computer to be located in the location for which the summed value is determined to be the highest.

23. A computer-readable medium having stored thereon computer-executable instructions for performing the method of claim 22.

24. The method of claim 22, further comprising:
weighting the highest summed value; and
performing the determining step after the step of weighting the highest summed value.
25. The method of claim 22, wherein each of the steps is performed without the use of a satellite positioning system.
26. The method of claim 22, further comprising discarding the oldest signal strength value from at least one of the access points.
27. The method of claim 22, wherein at least one of the steps is performed by a network interface card coupled to the client computer.
28. The method of claim 22, wherein at least one of the steps is performed by one or more of the plurality of wireless access points.
29. The method of claim 22, wherein at least one of the locations has a plurality of wireless access points, the method further comprising:
averaging the modified signal strength values obtained for all of the plurality of wireless access points of the at least one location; and
using the averaged value as the summed value for the location.

30. A system for determining the location of a user, the system comprising:
a computer network having a plurality of wireless access points, wherein each wireless access point is located at one of a plurality of locations, each of the plurality of locations has one or more of the plurality of wireless access points, each wireless access point broadcasts a location identifier identifying the location in which the wireless access point is located;

a client computer engaged in a wireless communication session with one of the plurality of wireless access points, wherein the user is associated with the client computer,

wherein the client computer performs steps comprising:

measuring the strength of signals received from the plurality of wireless access points of the computer network, including the wireless access point to which the client computer has established a communication session;

repeating the measuring step to obtain a plurality of signal strength values from each of the plurality of wireless access points;

calculating the difference between each signal strength value and a threshold value to obtain a plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points;

for each location, summing the modified signal strength sample values that were based on signal strength values obtained from the one or more wireless access points at the location, thereby obtaining a summed value for each location;

weighting the summed value of the location having the wireless access point with which the client computer has a wireless communication session;
after the weighting step, determining which of the summed values is the highest; and
transmitting to the computer network the location identifier of the location determined to have the highest summed value.

31. A method for determining the location of a client computer, the method comprising:

establishing a wireless communication session with a wireless access point of a computer network;

detecting wireless signals being broadcast by a plurality of wireless access points of the computer network, including the access point with which a communication session has been established, wherein the signals from each of the plurality of wireless access points comprise a location identifier for the wireless access point, the location identifier being indicative of the location of the wireless access point;

taking samples of the signals from the plurality of wireless access points over a preset number of iterations;

for each of the number iterations, recording the values of the strength of the signal samples and the location identifiers for the access points from which the signal samples originated;

establishing a minimum signal strength value;
disregarding all signal samples whose strength is less than the minimum signal strength value;
modifying the value of the strength of each signal sample by:
 weighting the value of the strength of the signal sample by the absolute value of the difference between the minimum signal strength value and the value of the strength of the signal sample; and
 weighting the value of the strength of the signal sample by a factor of the age of the signal sample;
 if the signal sample was obtained from the wireless access point with which the client computer has established a communication session, further weighting the signal sample;
for each location identifier, summing the modified strength sample values of the wireless access points that are broadcasting that location identifier; and
returning the location identifier for which the summed modified strength sample values of the wireless access points having that location identifier is the highest.

32. A computer-readable medium having stored thereon computer-executable instructions for performing the method of claim 31.

33. A system for determining the location of a client computer, the client computer having an existing wireless communication session with a wireless access point of a computer network, the method comprising:

means for repeatedly measuring the strength of signals received from a plurality of wireless access points of the computer network to obtain a plurality of signal strength values from each of the wireless access points, including the wireless access point to which the client computer has established the existing wireless communication session, wherein each wireless access point is located at one of a plurality of locations, and each of the plurality of locations has one or more of the plurality of wireless access points; and

means for obtaining the signal strength values from the measuring means, calculating the difference between each signal strength value and a threshold value to obtain a plurality of modified signal strength values for each of the plurality of wireless access points, summing the modified signal strength sample values for each of the plurality of locations to obtain a plurality of summed values, and determining the location of the client computer based on which of the plurality of summed values is the highest.

3. Detailed Description of the Invention

TECHNICAL FIELD

The invention relates generally to using wireless signals to determine location and, more particularly, to using wireless signals to locate a mobile computer.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Many organizations today operate their own internal computer networks. Wireless communication is increasingly an important part of such networks. The advantages of wireless communication is that it allows a user to be mobile, and, for example carry his notebook or handheld computer from room to room and from building to building while maintaining connectivity to the organization's network. The mobile user's computer typically communicates with the network through a series of wireless access points distributed throughout the organization's facility.

There are many applications in which determining the location of a mobile user is useful. For example, if an employee of a large corporation needs to print out a document, but finds himself in an unfamiliar building, he will have to walk around looking for the nearest printer and, once he finds it, determine the printer's network name and select the printer on his screen. It would be very useful for the employee if he could simply send the document to "the nearest printer," have the network identify the nearest printer, automatically send the document there, and give directions to the user as to how to get to the printer.

SUMMARY OF THE INVENTION

The invention is generally directed to a method and system for determining the location of a mobile computer, in which the mobile computer establishes a wireless communication session with a wireless access point of a computer network. According to various embodiments of the invention, the location of each wireless access point is known and obtainable either from a database on the network or from the access points themselves. The strengths of wireless signals passing between the mobile computer and multiple wireless access points of the network, including the access point with which the mobile computer has established the session, are measured at multiple time intervals. The measurements may be taken at the mobile computer itself or at the wireless access points. The measured strength values are then weighted according to such factors as whether the mobile computer has already established a communication session with the access point from which the sample was taken, and how old the sample is. For each location, the weighted strength values obtained for access points in that location are summed. The location having the highest sum is deemed to be the location of the mobile computer.

In various embodiments of the invention, the location of each wireless access point and consequently, the location of the mobile computer may be expressed in a variety of ways. For example, the location of the mobile computer may be calculated and expressed as a physical location, relative to some reference point, or as part of a grid system established by the system administrator.

Additional features and advantages of the invention will be made apparent from the following detailed description of illustrative embodiments that proceeds with reference to the accompanying figures.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

The invention is generally directed to a method and system for determining the location of a mobile computer, in which the strengths of signals passing between the mobile computer and multiple wireless access points of a computer network are measured, either at the client computer itself or at the wireless access points. According to various embodiments of the invention, the measurements obtained for the signal strengths are grouped according to the location of the wireless access points. The measure signal strength values are then weighted according to such factors as whether the mobile computer has established a connection with a wireless access point or how old a measurement is.

Prior to proceeding with a description of the various embodiments of the invention, a description of the computer and networking environment in which the invention may be practiced will now be provided. Although it is not required, the present invention may be implemented by program modules that are executed by a computer. Generally, program modules include routines, objects, components, data structures and the like that perform particular tasks or implement particular abstract data types. The term "program" as used herein may connote a single program module or multiple program modules acting in concert. The invention may be implemented

on a variety of types of computers, including personal computers (PCs), hand-held devices, multi-processor systems, microprocessor-based programmable consumer electronics, network PCs, minicomputers, mainframe computers and the like. The term "mobile" as used herein may apply to any of these types of computers.

Furthermore, the term "client computer" is not meant to be limited to those computers that are in a static client-server relationship. Persons skilled in the art recognize that a computer can function as both a client and a server at various times, and may even serve as both simultaneously in so-called "peer" networks. The invention may also be employed in distributed computing environments, where tasks are performed by remote processing devices that are linked through a communications network. In a distributed computing environment, modules may be located in both local and remote memory storage devices.

An example of a networked environment in which the invention may be used will now be described with reference to FIG. 1. The example network includes several computers 100 communicating with one another over a network 102, represented by a cloud. Network 102 may include many well-known components, such as routers, gateways, hubs, etc. and may allow the computers 100 to communicate via wired and/or wireless media.

Referring to FIG. 2, an example of a basic configuration for a computer on which at least parts of the invention described herein may be implemented is shown. In its most basic configuration, the computer 100 typically includes at least one processing unit 112 and memory 114. Depending on the exact configuration and type

of the computer 100, the memory 114 may be volatile (such as RAM), non-volatile (such as ROM or flash memory) or some combination of the two. This most basic configuration is illustrated in FIG. 2 by dashed line 106. Additionally, the computer may also have additional features/functionality. For example, computer 100 may also include additional storage (removable and/or non-removable) including, but not limited to, magnetic or optical disks or tape. Computer storage media includes volatile and non-volatile, removable and non-removable media implemented in any method or technology for storage of information such as computer readable instructions, data structures, program modules, or other data. Computer storage media includes, but is not limited to, RAM, ROM, EEPROM, flash memory or other memory technology, CD-ROM, digital versatile disk (DVD) or other optical storage, magnetic cassettes, magnetic tape, magnetic disk storage or other magnetic storage devices, or any other medium which can be used to store the desired information and which can be accessed by the computer 100. Any such computer storage media may be part of computer 100.

Computer 100 may also contain communications connections that allow the device to communicate with other devices. A communication connection is an example of a communication medium. Communication media typically embodies computer readable instructions, data structures, program modules or other data in a modulated data signal such as a carrier wave or other transport mechanism and includes any information delivery media. By way of example, and not limitation, communication media includes wired media such as a wired network or direct-wired connection, and wireless media such as acoustic, RF, infrared and other wireless

media. The term computer readable media as used herein includes both storage media and communication media.

Computer 100 may also have input devices such as a keyboard, mouse, pen, voice input device, touch input device, etc. Output devices such as a display 118, speakers, a printer, etc. may also be included. All these devices are well known in the art and need not be discussed at length here.

An example of a scenario in which the invention may be implemented will now be described with reference to FIG. 3, in which a corporate network 150 is communicatively linked to the Internet 152 and includes a first client computer 166, and wireless access points 154, 156, 158, 160 and 162. The first client computer is being used by a first user 168. The wireless access points 154, 156, 158, 160 and 162 are designated as AP₁, AP₂, AP₃, AP₄ and AP_n. As suggested by the dashed line between AP₄ and AP_n, there may be any number of wireless access points in the corporate network 150. A second client computer 164 is recognized by the corporate network 150, but is not constantly in communication with the corporate network 150. The second client computer 164 is mobile, and accompanies a second user 170 wherever the second user 170 goes. The second client computer 164 will often be referred to hereinafter as the "mobile client computer 164." To establish communication with the corporate network 150, the mobile client computer 164 establishes a wireless session with one of the wireless access points. The wireless session may be established according to any type of wireless medium, including radio frequency (RF) or ultrasound. The embodiments described herein are known to be suitable for IEEE 802.11b RF communication.

Each wireless access point is located in some location that is associated with a location identifier. There are many ways to implement the location identifier, and the way in which it is implemented depends on how location is to be designated in the network. For example, if the building in which the network is located is to be divided up into a ten-by-ten grid, the location identifier for a wireless access point might look like "0503," indicating that the wireless access point is located in a grid square that is in the fifth row, third column. According to an embodiment of the invention, the location identifier is a character string that includes the building number, floor number and the side of a building (in terms of the compass direction) in which the wireless access point is located. For example, a location identifier that is "Building 2, Floor 3 NW," means that the wireless access point is located in Building 2, on the 3rd floor, and in the northwest corner. In other embodiments, the location identifier is a schema that is made up of multiple strings, as in the following example:

Country: Canada
State: BC
City: Victoria
Street: Broad
Street number: 11102
Floor: 2
Room: 115

Two or more wireless access points may have the same location identifier indicating that they are considered to be in the same location according to the location designation scheme implemented for the network.

The location identifier for each wireless access point can be maintained in a variety of places. For example, a database 172 on the corporate network 150 may contain an entry for each wireless access point in the corporate network 150. The

entry identifies the wireless access point (by IP address, MAC address and/or machine name, for example) and its location identifier. By customizing the content and the format of the location identifiers in the database 172, a system administrator can set the granularity with which the location of wireless access points on the network 150 is designated. Thus, the location of each wireless access point can be expressed in general terms, such as which floor of a building it located on, or more specific terms, such as which two-meter grid square it occupies. In this way, the granularity with which the location of the mobile computer is determined can also be customized. In some embodiments of the invention, the database 172 is implemented as a MICROSOFT ACTIVE DIRECTORY. Each wireless access point may also know its own location identifier. The mobile client computer 164 may, for example, obtain location identifiers for one or more of the wireless access points by requesting them from the corporate network 150 itself. Alternatively, the wireless access points may continually broadcast their own location identifiers, thus eliminating the need for the mobile client 164 to request the information.

Various embodiments of the invention allow the location of the mobile client computer 164 to be determined, thereby allowing, for example, the first user 168 to query the corporate network 150 (via the first client computer 166) regarding the whereabouts of the second user 170, and receive, in response, the location of the mobile client computer 164.

An example of a procedure that may be used to determine the location of a client computer in an embodiment of the invention will now be described with reference to the flowchart of FIG. 4 and to the scenario illustrated in FIG. 3. In this

example, it is assumed that the mobile client computer 164 is engaged in a communication session with AP_1 that enables it to communicate with the computer network 150. The mobile client computer 164 (FIG. 3) receives signals from wireless access points AP_1 , AP_2 , AP_3 and AP_4 , and measures a value for the strength of the signal received from each wireless access point. The signal strength values for the wireless access points are inputs to the procedure (block 178, FIG. 4). The mobile client computer 164 records the calculated strength values for each wireless access point along with the location identifier for each wireless access point (block 180, FIG. 4). The mobile client 164 then weights the strength value of the wireless access point to which it is connected (Block 182, FIG. 4). Weighting this value is based on the assumption that, in general, mobile client computers are more likely to establish a communication session with wireless access points that are close to them. In this example, the value of the signal strength for AP_1 is weighted.

The mobile client computer 164 then weights the strength values based on how much time has elapsed since they were taken, such that the most recently taken values receive the most weight, and the least recently received values receive the least weight (block 184, FIG. 4). Weighting strength values in a manner that is inversely proportional to their age compensates for the possibility of changed conditions, such as the user moving the mobile client computer. Next, the mobile client computer 164 sums the weighted strength values, (block 186, FIG. 4). The summation is performed by location, with multiple access points being averaged. For example, if AP_1 and AP_2 are in the same location (i.e. they have the same location identifier), their respective weighted strength values are averaged. The location identifier for which the

maximum summed value is obtained is deemed to be the location of the client computer (block 188, FIG. 4). This location may be expressed as, for example, a physical location, as a relative location, or according to a grid-type system. For example, one way in which to designate location in a corporate facility would be to divide the facility up by building, by floor and by quadrants on each floor. Assume that AP_1 and AP_2 are both in Building 1, 1st floor, north side; AP_3 is on the 1st floor, south side; and AP_4 is on the 1st floor, southeast corner. If the weighted summation for 1st floor, north side (the averaged total for AP_1 and AP_2) is higher than that of the south side (AP_3) and southeast corner AP_4 , the mobile client computer 164 is deemed to be on the 1st floor, north side. The mobile client computer 164 repeats the steps represented by blocks 178-186 of FIG. 4 after a preset delay period (block 192, FIG. 4) until it shuts down (block 190, FIG. 4).

According to some embodiments of the invention, the mobile client computer 164 keeps a moving window of signal strength measurements. For example, it may, upon obtaining a preset number of measurements from each of the wireless access points, discard the oldest measurement after each iteration. For example, if the preset number of measurements is ten, then the mobile client computer 164 will, on the iteration following the tenth measurement and on each succeeding iteration, discard the oldest measurement.

Although the procedure of FIG. 4 is described as being carried out by the mobile client computer 164, persons of skill in the art will recognize that all or parts of the procedure could alternatively be carried out on any of the wireless access points 154-162 or on a wireless network interface card coupled to the mobile client computer 164.

An example of how the general procedure described in conjunction with FIG. 4 may be implemented according to an embodiment of the invention will now be described. Referring to FIG. 3, the mobile wireless client computer 164 is assumed to have already established a communication session with wireless access point AP₁, and is communicating with the corporate network 150 through the wireless access point AP₁. To calculate its own location, the mobile client computer 164 identifies each wireless access point within range. There are various ways that this can be done. In one implementation, the wireless access points each periodically broadcast their IP and/or MAC addresses, which are detected by the mobile client computer 164. The mobile client computer 164 then queries the corporate network 150 for the location identifiers corresponding these IP and/or MAC addresses. The corporate network 150 then retrieves the location identifiers from the database 172 and transmits them to the mobile client computer 164 via the wireless access point AP₁. In another implementation, the mobile client computer 164 obtains the location identifiers directly from the wireless access points, which periodically broadcast them or broadcast them in response to a query from the mobile client computer 164.

The mobile client computer 164 then takes samples of the signals it receives from the wireless access points AP₁, AP₂, AP₃ and AP₄. At this point four constants used in this embodiment will be introduced.

Constant	Bound	Default	Description
k	≥ 0	1.175	Weight given to the associated AP wireless access point to which the mobile client computer has established a communicate session.
s	> 0	5	Number of seconds between sampling iterations
t	> 0	8	Number of s second iterations to keep history of samples numbered 0..t-1
min	< 0	-100	Minimum threshold signal strength for wireless access point to be considered
j	0...t-1	0..7	Index number for samples. The first sample is indexed as 0, the second is 1 and so on... j is reset to 0 after j is reaches t-1

The mobile client computer 164 first measures the strength, in dBM (decibels relative to one milliwatt), of the signals it receives from each wireless access point, and records the measured values. To help illustrate this implementation, a group of sample values is shown in Table 1, in which $t=4$, $\text{min} = -30$ and $k=2$.

	j=0	j=1	j=2	j=3
AP ₁ 1 st Floor NW	-21	-22	-25	-29
AP ₂ 1 st Floor NE	-31	-25	-33	-31
AP ₃ 1 st Floor SW	-19	-18	-19	-17
AP ₄ 1 st Floor SE	-17	-18	-18	-19

Table 1

The mobile client computer 164 then effectively disregards all measurements less than min by setting the values of such measurements equal to min . It then modifies the measured strength value for each sample by the absolute value of the

difference between min and the measured signal strength or: $|\text{min} - \text{measured signal strength}|$. The modified values are shown in Table 2.

	j=0	j=1	j=2	J=3
AP ₁ 1 st Floor NW	$ -30 + 21 = 9$	$ -30 + 22 = 8$	$ -30 + 25 = 5$	$ -30 + 29 = 1$
AP ₂ 1 st Floor NE	$ -30 + 30 = 0$	$ -30 + 25 = 5$	$ -30 + 30 = 0$	$ -30 + 30 = 0$
AP ₃ 1 st Floor SW	$ -30 + 19 = 11$	$ -30 + 18 = 12$	$ -30 + 19 = 11$	$ -30 + 17 = 13$
AP ₄ 1 st Floor SE	$ -30 + 17 = 13$	$ -30 + 18 = 12$	$ -30 + 18 = 12$	$ -30 + 19 = 11$

Table 2

For the samples taken from the wireless access point with which the mobile client computer 164 is associated, AP₁ in this example, the values obtained are weighted by k. The results are shown in Table 3.

	j=0	j=1	j=2	j=3
AP ₁ 1 st Floor NW	$2(9) = 18$	$2(8) = 16$	$2(5) = 10$	$2(1) = 2$
AP ₂ 1 st Floor NE	0	5	0	0
AP ₃ 1 st Floor SW	11	12	11	13
AP ₄ 1 st Floor SE	13	12	12	11

Table 3

Each sample value is then weighted by a factor of the age of the sample. The general form for this weight is

$$\frac{(t - j)}{\sum_{i=1}^t i}$$

Since $t=4$ in this example, the denominator evaluates to $1+2+3+4 = 10$. The weighted values are shown in Table 4:

	j=0	j=1	j=2	j=3
AP ₁ 1 st Floor NW	$\frac{4}{10} (18) = 7.2$	$\frac{3}{10} (16) = 4.8$	$\frac{2}{10} (10) = 2$	$\frac{1}{10} (2) = 0.2$
AP ₂ 1 st Floor NE	$\frac{4}{10} (0) = 0$	$\frac{3}{10} (5) = 1.5$	$\frac{2}{10} (0) = 0$	$\frac{1}{10} (0) = 0$
AP ₃ 1 st Floor SW	$\frac{4}{10} (11) = 4.4$	$\frac{3}{10} (12) = 3.6$	$\frac{2}{10} (11) = 2.2$	$\frac{1}{10} (13) = 1.3$
AP ₄ 1 st Floor SE	$\frac{4}{10} (13) = 5.2$	$\frac{3}{10} (12) = 3.6$	$\frac{2}{10} (12) = 2.4$	$\frac{1}{10} (11) = 1.1$

Table 4

If the mobile client computer 164 has not yet been able to observe t sampling periods, then the age-based weight should be based on the number of observations received thus far. As more samples are recorded, the weights change for each sampling period, until t samples have been received.

The mobile client computer 164 then sums strength values for the samples obtained from wireless access points having the same location identifiers. In this example, each wireless access point has a different location identifier, and the summed weighted values are shown in Table 5.

	j=0	j=1	j=2	j=3	Sum
AP ₁ 1 st Floor NW	7.2	4.8	2	0.2	14.2
AP ₂ 1 st Floor NE	0	1.5	0	0	1.5
AP ₃ 1 st Floor SW	4.4	3.6	2.2	1.3	11.5
AP ₄ 1 st Floor SE	5.2	3.6	2.4	1.1	12.3

Table 5

The mobile client computer 164 then determines which of the summed values is the highest, and deems itself to be located in the location having the highest summed value. In this example, the highest summed value is -16.7; which corresponds to AP₂. AP₂ has a location identifier of "1st floor NE." The mobile client computer 164, therefore deems itself to be located in the northeast section of the first floor. The mobile client computer 164 returns this information to the corporate network 164, which can provide it to a user of the network.

In various embodiments of the invention, information regarding the wireless access points of a network is entered into central database of the network as the wireless access point is being set up. Referring to FIG. 5, an example of a interface that a network administrator can use to enter the information during set up will now be described. The interface has several entry fields, including a name field, a location field, a comment field, a MAC address field, and an IP address field. An administrator can enter the following data in these fields:

Name: The name associated with this access point.
Location: The location of the access point used by the location algorithm.
Comment: Administrator comment.
MAC Address: Assigned hardware address of the access point.
IP Address: Assigned IP address of the access point. Input control acts identically to IP address input in the TCP/IP network properties dialog.

Once *Name*, *Location*, *Comment*, and at least one of either *MAC Address* or *IP Address* is entered, the *Create* button should be enabled. After pressing *Create*, the values are added to the database and the contents of the form are cleared.

If the administrator enters anything into the dialog and then presses *Close*, the user should be asked if they'd like to discard changes. An answer of *Yes* closes the dialog, while an answer of *No* returns the user to the dialog.

The *Import* button displays a standard windows file open dialog with support for import file type masks enabled, such as "Comma Delineated Text File (*.txt)." After selecting a file, the database imports the information in the file and automatically closes the *Add Access Point* dialog box.

In yet another implementation, the method and system described herein additionally determines how far from a wireless access point a mobile client computer is. This is accomplished by taking one of the signal strength value samples and applying the Power Law to derive the radial distance from the wireless access point. The Power Law can be expressed as follows:

$$P_{\text{signal}} P_{\text{known point}} = \left(\frac{d}{d_{\text{known point}}} \right)^{-r}$$

where P_{signal} is the power of the signal received by the mobile client computer from the wireless access point, $P_{\text{known point}}$ is the power of the signal generated by the wireless access point, $d_{\text{known point}}$ is the distance to the access point, and d is the distance to the mobile user. The term r is a constant whose value is generally considered to be four (4) for indoor communication and two (2) for outdoor communication.

It can thus be seen that a new and useful method for determining the location of a mobile computer has been provided. In addition to the many features of the various embodiments described herein, the invention eliminates the need to use such costly schemes as satellite positioning systems, such as the Global Positioning System (GPS).

In view of the many possible embodiments to which the principles of this invention may be applied, it should be recognized that the embodiments described herein with respect to the drawing figures is meant to be illustrative only and should not be taken as limiting the scope of invention. For example, those of skill in the art will recognize that the elements of the illustrated embodiments shown in software may be implemented in hardware and vice versa or that the illustrated embodiments can be modified in arrangement and detail without departing from the spirit of the invention. Therefore, the invention as described herein contemplates all such embodiments as may come within the scope of the following claims and equivalents thereof.

4. Brief Description of the Drawings

While the appended claims set forth the features of the present invention with particularity, the invention, together with its objects and advantages, may be best understood from the following detailed description taken in conjunction with the accompanying drawings of which:

FIG. 1 shows an example of a computer network in which the invention may be practiced;

FIG. 2 shows an example of a computer on which at least some parts of the invention may be implemented;

FIG. 3 illustrates an example of a corporate network on which the invention may be implemented;

FIG. 4 illustrates a general procedure that may be followed in an embodiment of the invention; and

FIG. 5 illustrates an example of a user interface that allows a network administrator to enter information regarding wireless access points of a network.

1. Abstract

A mobile computer establishes a wireless communication session with a wireless access point of a computer network. The location of each wireless access point is known and obtainable either from a database on the network or from the access points themselves. The strengths of wireless signals passing between the mobile computer and multiple wireless access points of the network, including the access point with which the mobile computer has established the session are measured at multiple time intervals. The measurements may be taken at the mobile computer itself or at the wireless access points. The measured strength values are then weighted according to such factors as whether the mobile computer has already established a communication session with the access point from which the sample was taken, and how old the sample is. For each location, the weighted strength values obtained for access points in that location are summed. The location having the highest sum is deemed to be the location of the mobile computer.

2. Representative Drawing

FIG. 3

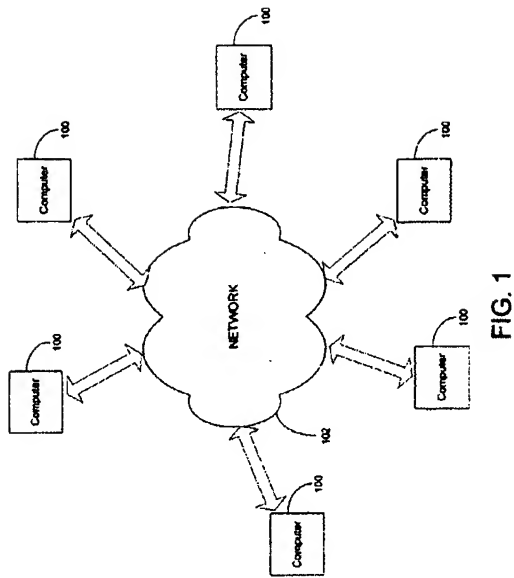


FIG. 1

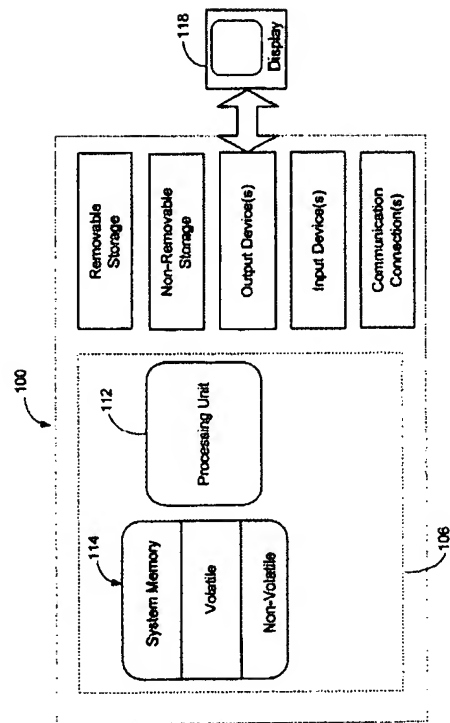


FIG. 2

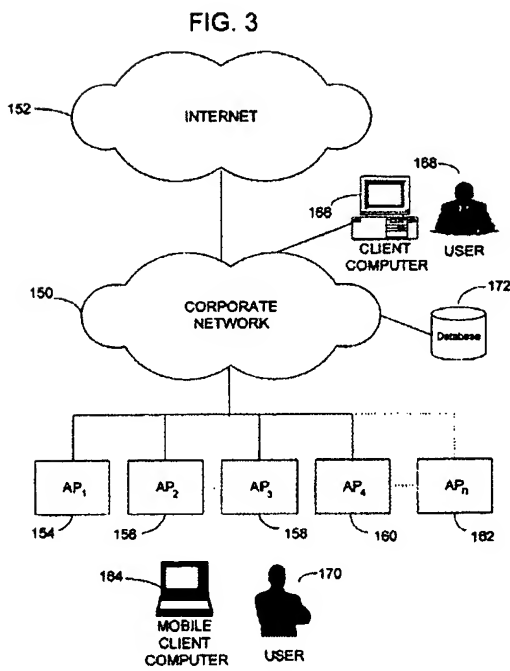


FIG. 3

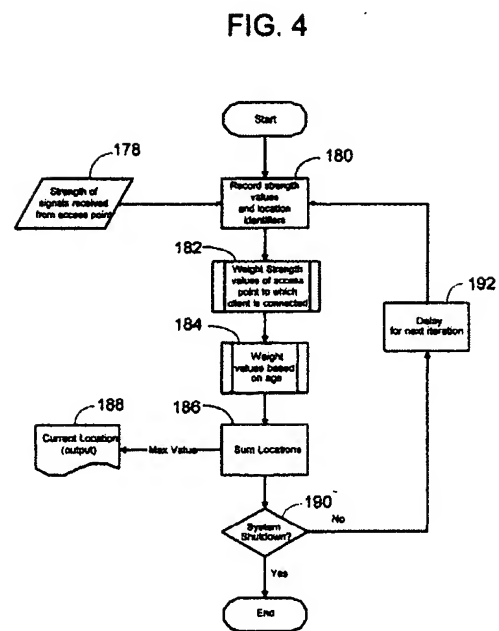
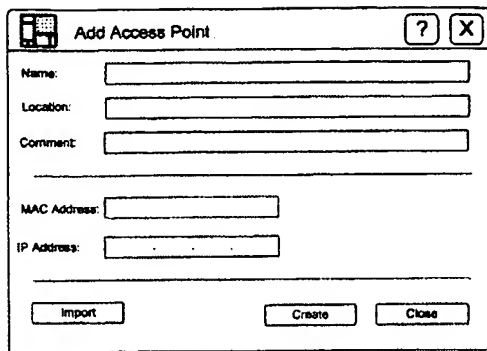


FIG. 4



The image shows a graphical user interface window titled "Add Access Point". The window has a standard title bar with a question mark icon and a close button (X). Inside the window, there are three text input fields labeled "Name:", "Location:", and "Comment:". Below these fields is a horizontal separator line. Under the separator, there are two more text input fields labeled "MAC Address:" and "IP Address:". At the bottom of the window, there are three buttons: "Import", "Create", and "Close".

FIG. 5

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第3区分
 【発行日】平成18年6月8日(2006.6.8)

【公開番号】特開2004-40775(P2004-40775A)
 【公開日】平成16年2月5日(2004.2.5)
 【年通号数】公開・登録公報2004-005
 【出願番号】特願2003-126710(P2003-126710)
 【国際特許分類】

H 0 4 Q 7/34 (2006.01)
 G 0 1 S 5/08 (2006.01)
 H 0 4 B 7/26 (2006.01)

【F I】

H 0 4 B 7/26 1 0 6 A
 G 0 1 S 5/08
 H 0 4 B 7/26 1 0 6 B
 H 0 4 B 7/26 K

【手続補正書】
 【提出日】平成18年4月12日(2006.4.12)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】0039
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【0039】

ついで、モバイルクライアントコンピュータ164は、合計値のうちどれが一番高いかを決定し、および自身が最も高い合計値を有する位置に設置されていると考える。この例において、その最も高い合計値は、14.2であり、AP₁と一致している。AP₁は“1階NW”という位置識別子を持っている。それゆえに、モバイルクライアントコンピュータ164は、自身が1階の北西部に設けられていると考える。モバイルクライアントコンピュータ164は、この情報をネットワークの利用者にその情報を提供することができる企業ネットワーク150に戻す。